

# Dual mode quadrifilar helix antenna and associated methods of operation

Patent number: CN1285964

Publication date: 2001-02-28

Inventor: SANFORD G G (US)

Applicant: ERISSON INC (US)

Classification:

- international: *H01Q1/24; H01Q1/36; H01Q5/00; H01Q11/08; H01Q21/29; H01Q1/24; H01Q1/36; H01Q5/00; H01Q11/00; H01Q21/00; (IPC1-7): H01Q11/08; H01Q1/24; H01Q1/36; H01Q5/00; H01Q21/29*

- european: H01Q1/24A1; H01Q1/36B; H01Q5/00C; H01Q11/08; H01Q21/29

Application number: CN19980813101 19981022

Priority number(s): US19970969861 19971114

Also published as:



WO9926316 (A1)

EP1031174 (A1)

US6094178 (A1)

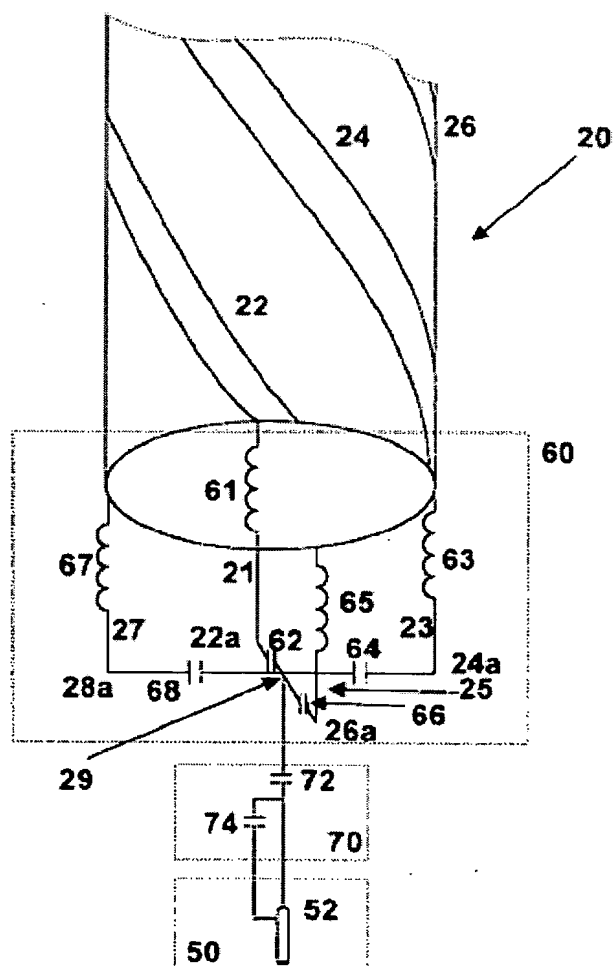
EP1031174 (B1)

[Report a data error here](#)

Abstract not available for CN1285964

Abstract of corresponding document: **US6094178**

Antenna systems for transmitting electrical signals are provided which include a quadrifilar helix antenna. A first antenna feed is coupled to the quadrifilar helix antenna for exciting the radiating elements in phase quadrature. A second antenna feed is also coupled to the quadrifilar helix antenna for exciting the radiating elements in-phase. These antenna systems may be operated in either a helical radiation mode, where the antenna may be designed to radiate as a resonant quadrifilar helix antenna, or in a monopole radiation mode, where the antenna acts as the equivalent of a large monopole antenna. Additionally, the antenna systems may further include means for matching the impedance of the quadrifilar helix antenna to the impedance of either or both of the antenna feeds.



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.<sup>7</sup>

H01Q 11/08

H01Q 1/36 H01Q 5/00

H01Q 1/24 H01Q 21/29

## [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 98813101.3

[43] 公开日 2001 年 2 月 28 日

[11] 公开号 CN 1285964A

[22] 申请日 1998.10.22 [21] 申请号 98813101.3

[30] 优先权

[32] 1997.11.14 [33] US [31] 08/969,861

[86] 国际申请 PCT/US98/22467 1998.10.22

[87] 国际公布 WO99/26316 英 1999.5.27

[85] 进入国家阶段日期 2000.7.14

[71] 申请人 艾利森公司

地址 美国北卡罗莱纳州

[72] 发明人 G·G·桑福德

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

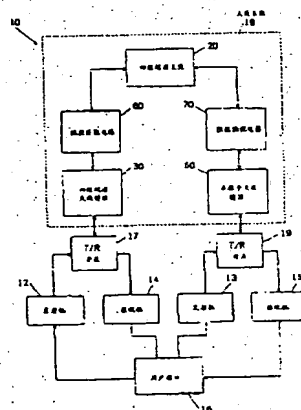
代理人 陈 弄 李亚非

权利要求书 4 页 说明书 14 页 附图页数 6 页

[54] 发明名称 双模式四股螺旋天线和有关的操作方法

[57] 摘要

提供用于发射电信号的天线系统,该天线系统包括一个四股螺旋天线。第一天线馈源被耦合到四股螺旋天线用于激励相位正交的辐射单元。第二天线馈源也耦合到四股螺旋天线用于激励同相辐射单元。这些天线系统可以工作在螺旋辐射模式或单振子辐射模式,在前者中该天线可以设计成作为谐振四股螺旋天线辐射,在后者中该天线起大型单振子天线等效体的作用。另外,该天线系统可以进一步包括用于将四股螺旋天线阻抗与任一个或两个天线馈源阻抗相匹配的装置。



# 权利要求书

1. 一种用于发射电信号的天线系统, 包括:

一个具有四个辐射单元的四股螺旋天线:

5 一个第一天线馈源耦合到所述四股螺旋天线用于以正交相位激励所述辐射单元; 和

一个第二天线馈源耦合到所述四股螺旋天线用于同相激励所述辐射单元。

2. 根据权利要求 1 的天线系统, 其中当以所述第一天线馈源激励时所述四股螺旋天线工作在螺旋辐射模式, 而当以所述第二天线馈源激励时工作在单振子辐射模式。

3. 根据权利要求 2 的天线系统, 进一步包括四个电抗, 这些电抗将每个所述辐射单元的初始端电连接到一个公共节点。

4. 根据权利要求 3 的天线系统, 其中通过所述第一天线馈源提供给所述四股螺旋天线的信号在所述公共节点处产生的电位是零。

15 5. 根据权利要求 4 的天线系统, 其中通过将要发射的信号分成四个等幅信号, 这些信号以正交相位施加到所述辐射单元上, 来激励所述四股螺旋天线以工作在螺旋辐射模式, 和其中通过将要发射信号施加到所述公共节点上, 来激励所述四股螺旋天线以工作在单振子辐射模式上。

20 6. 根据权利要求 2 的天线系统, 进一步包括第一匹配装置耦合到所述四股螺旋天线的单元上用于当工作在螺旋辐射模式时将所述四股螺旋天线的阻抗与所述第一天线馈源的阻抗匹配。

7. 根据权利要求 6 的天线系统, 其中所述第一匹配装置包括一个电感串联耦合到所述四股螺旋天线的每个单元和一个电容并联耦合到所述四股螺旋天线的每个单元。

25 8. 根据权利要求 2 的天线系统, 进一步包括第二匹配装置耦合到所述四股螺旋天线的单元上用于当工作在单振子辐射模式时将所述四股螺旋天线的阻抗与所述第二天线馈源的阻抗匹配。

9. 根据权利要求 8 的天线系统, 其中所述第二匹配装置包括一个或多个电抗元件, 和其中所述第一天线馈源作为这些电抗元件之一工作。

30 10. 根据权利要求 8 的天线系统, 其中第二匹配装置包括一个第一

电容与所述第二天线馈源并联，和一个第二电容与所述第二天线馈源串联。

11. 根据权利要求 2 的天线系统，进一步包括一个微电子线路基片，和其中所述四股螺旋天线，所述第一天线馈源和所述第二天线馈源都实  
5 现在所述微电子线路基片上。

12. 根据权利要求 2 的天线系统，其中所述四股螺旋天线在一个频率范围上工作在螺旋辐射模式，而在第二频率范围上工作在单振子辐射模式。

13. 根据权利要求 1 的天线系统与一个无线电话的组合具有：

10 一个发射机；

一个接收机；和

一个用户接口。

14. 一种用于在两个分开频带上发射和接收电信号的双模式无线电  
话，包括：

15 一个发射机；

一个接收机；

一个用户接口；

一个四股螺旋天线具有四个辐射单元；

20 一个第一天线馈源耦合到所述四股螺旋天线用于在所述第一频带上向并从所述辐射单元提供电信号；

一个第二天线馈源耦合到所述四股螺旋天线用于在所述第二频带上向并从所述辐射单元提供电信号；和

一个电抗网络耦合到所述辐射单元用于将所述四股螺旋天线的阻抗与  
所述第一天线馈源的阻抗匹配。

25 15. 根据权利要求 14 的无线电话，其中所述电抗网络包括一个串联耦合所述四股螺旋天线每个单元的电感，和一个并联耦合所述四股螺旋天线的每个单元的电容。

16. 根据权利要求 15 的无线电话，其中所述并联电容包括四个螺旋辐射单元，这些单元在它们的初始端耦合，并邻近所述四股螺旋天线的  
30 的辐射单元安置。

17. 根据权利要求 15 的无线电话，其中所述并联电容包括至少一个集成元件电容与  
所述辐射单元的每个并联。

18. 根据权利要求 14 的无线电话, 其中所述第一天线馈源以正交相位激励所述四股螺旋天线的辐射单元, 和其中所述第二天线馈源同相激励所述四股螺旋天线的辐射单元。

5 19. 根据权利要求 18 的无线电话, 进一步包括一个或多个电抗元件耦合到所述四股螺旋天线的单元用于将所述四股螺旋天线的阻抗与所述第二天线馈源的阻抗匹配。

20. 根据权利要求 14 的无线电话, 其中所述四股螺旋天线的四个辐射单元通过四个电抗相互电耦合, 四个电抗将每个所述辐射单元的初始端电连接到一个公共节点。

10 21. 根据权利要求 20 的无线电话, 其中通过所述第一天线馈源向所述四股螺旋天线提供的信号在公共节点处产生的电位是零。

22. 一种用于在两个分开频带上发射电信号的天线系统, 包括:

一个四股螺旋天线具有四个辐射单元;

15 一个第一天线馈源耦合到所述四股螺旋天线用于在第一频带上向和从所述辐射单元以正交相位提供电信号;

一个第二天线馈源耦合到所述四股螺旋天线用于在第二频带上向和从所述辐射单元同相提供电信号; 和

一个电抗网络并联耦合到所述四股螺旋天线的单元用于将四股螺旋天线的阻抗与所述第一天线馈源的阻抗匹配。

20 23. 根据权利要求 22 的天线系统, 进一步包括第二匹配装置耦合到所述四股螺旋天线的单元用于将所述四股螺旋天线的阻抗与所述第二天线馈源的阻抗匹配。

24. 根据权利要求 23 的天线系统, 其中所述第二匹配装置包括与所述第二天线馈源串联的一个电容, 和并联连接的一个电感。

25 25. 根据权利要求 24 的天线系统, 其中所述第一天线馈源包括一个同轴传输线以正交相位通过一个 90 度混合耦合器耦合到每个所述辐射单元, 和其中所述串联电感包括所述同轴传输线的一部分。

26. 根据权利要求 22 的天线系统, 其中与包括所述第一天线馈源的元件有关的阻抗被串联耦合到所述第二天线馈源。

30 27. 一种使用具有四个辐射单元的四股螺旋天线发射电信号的方法, 该方法包括步骤:

(a) 激励四股螺旋天线以工作在螺旋辐射模式; 和

(b) 激励四股螺旋天线以工作在单振子辐射模式。

28. 根据权利要求 27 的方法, 其中步骤 (a) 包括将第一天线馈源耦合到所述四股螺旋天线的步骤, 用于以正交相位激励所述辐射单元, 和其中步骤 (b) 包括将第二天线馈源耦合到所述四股螺旋天线的步骤, 用于同相激励所述辐射单元。

29. 根据权利要求 28 的方法, 进一步包括当工作在螺旋辐射模式时将四股螺旋天线的阻抗与第一天线馈源的阻抗匹配的步骤。

30. 根据权利要求 28 的方法, 进一步包括当工作在单振子辐射模式时将四股螺旋天线的阻抗与第二天线馈源的阻抗匹配的步骤。

# 说明书

## 双模式四股螺旋天线和有关的操作方法

### 本发明领域

5 本发明总的涉及用于无线电话的天线系统，更具体地，涉及用于无线电话的四股螺旋天线系统。

### 本发明背景

本领域公知的无线电话一般是指能够提供对一个或多个其它通信终端的无线通信链路的通信终端。这种无线电话用于各种不同应用，包括地面或卫星蜂窝电话通信系统。在典型的地面蜂窝电话系统中，来自移动用户的无线发射被本地基站或“小区”接收，该基站通过无线链路或本地电话系统再发射信号用于由预定的接收终端接收。在卫星“蜂窝”电话系统中，卫星可以作为地面本地基站的等效体工作，或另一个方式，可以直接将信号再发射到预定的接收终端。

15 许多地面蜂窝电话系统主要或唯一地依靠视线通信。在这些系统中一般需要大量本地小区以对于大地理区域提供通信覆盖。与提供大量小区有关的成本在人口稀少地区和/或对于蜂窝服务少量需要地区限制了地面蜂窝电话系统的使用。另外，即使在地面蜂窝服务不受经济考虑阻碍的地区，由于本地地形和气候条件而经常出现“阻断”区域。

20 考虑到陆基蜂窝电话系统的上述限制，已经提出了组合的地面卫星通信网络以在不适合于传统地面蜂窝系统的区域提供蜂窝电话服务。在这些所提出的系统中，受限制的陆基蜂窝网络由卫星通信网络补充以为移动用户提供大地理范围上的通信。这样陆基蜂窝站可以安装在高业务地区，而卫星通信网络可以对其余地区提供服务。为提供蜂窝和卫星通信两者，用于该系统的无线电话一般包括两个收发信机，一个用于与地面网络通信而第二个用于与卫星通信。这些组合的蜂窝/卫星通信系统能够在广泛地理区域上提供完全的通信覆盖而不需要额外数量的地面小区。

所提出的这样一种地面卫星蜂窝通信系统是“亚洲蜂窝卫星系统”。在该系统中，卫星网络由赤道上近似 22600 英里轨道上的一个或多个同步卫星实现，该卫星提供覆盖大部分远东地区的点波束，包括中国、日本、印度尼西亚和菲律宾。在该系统中，向卫星发射的信号落入 1625.5MHz



到 1660.5MHz 的发射频带内, 和从卫星发射的信号落入 1525MHz 到 1559MHz 的接收频带内。然后地面蜂窝通信可以由标准的 AMPS 网络实现, 该网络工作在 824MHz 到 894MHz 频带内, 或由工作在 890MHz 到 960MHz 频带内的 GSM 网络实现。

5 尽管将卫星与蜂窝服务集成到一个双模式系统中可以克服与单一陆基蜂窝系统有关的许多缺点, 而提供满足消费者对尺寸、重量、成本和性能要求的双模式无线电话是显著的挑战。这些消费者要求已经由用于常规地面蜂窝系统的无线电话定义, 该无线电话只包括一个设计与蜂窝节点通信的收发信机, 该节点一般位于距移动用户不超过 20 英里。与此相比, 用于亚洲蜂窝卫星系统的手持无线电话必须包括地面蜂窝和卫星两个收发信机。另外, 与该系统的卫星通信方面有关的大的自由空间损耗可能明显增加了功率和天线增益, 这些是必须由天线提供用于无线电话上的卫星收发信机的, 因为发射到或来自卫星的信号在 25000 多英里中经历了高度衰减, 此 25000 多英里典型地将无线电话与同步卫星隔离。

15 另外, 网络的卫星方面也可能在手持用户无线电话方面施加另外的限制。例如, 与通常优选用于陆基蜂窝应用的圆环型方向图相比, 在无线电话上的卫星收发信机应当提供准半球型天线方向图 (以便避免需要跟踪所需要的卫星)。另外, 当与卫星通信时, 无线电话应当发射并接收圆极化波形, 以便使卫星和无线电话天线失调所引起的信号损耗最小, 并避免当信号穿过电离层时产生的法拉第旋转效应。相反, 当与陆基基站通信时, 无线电话一般需要以线性极化工作。

20 考虑到上述限制, 需要一种手持无线电话, 更特别地, 需要用于这种无线电话的天线系统, 该天线系统能够满足组合的地面/卫星蜂窝通信网络所要求的双方向图、工作频率和极化要求。另外, 假定用户终端手持特性和消费者有对天线小巧便携的要求, 能够满足上述要求的天线系统将适合于安装在小的物理体积内。

#### 本发明概述

30 考虑到与用于无线电话的现有天线系统有关的上述限制, 本发明的目的是提供无线电话天线系统, 该天线系统提供适合于地面和卫星通信系统两者的方向图。

本发明的另一个目的是提供无线电话天线系统, 该天线系统可以工

作在至少两个分开的频带上，和该天线系统能够在每个这种工作频带上提供良好阻抗匹配。

本发明的又一个目的是提供无线电话天线系统，该天线系统足够小到可以用于现代、手持蜂窝电话。

5 在阅读下列详细说明及权利要求书并参照附图的基础上, 本发明的  
另外目的、特征和优点将更清楚。

本发明的这些和其它目的是通过物理小型的四股螺旋天线系统提供的，该天线系统能够以两个不同模式激励辐射。在第一个这种模式（“螺旋辐射模式”）中，四股螺旋天线的辐射单元以正交相位馈电。在该模式下，该天线可以作为圆极化、谐振四股螺旋天线工作，具有适合于卫星通信应用的空中方向图。另一个方式，四股螺旋天线的辐射单元可以用相同信号馈电，因此使该天线作为大型、线性极化单振子天线的等效体工作，具有适合于地面蜂窝电话应用的圆环型方向图（“单振子辐射模式”）。这样，根据本发明的教导，提供物理小型的无线电话天线系统，该天线系统能够工作在地面和卫星蜂窝通信系统两者中。

在本发明的优选实施例中，提供了包括具有四个辐射单元的四股螺旋天线的用于发射电信号的天线系统。第一天线馈源耦合到四股螺旋天线用于以正交相位激励辐射单元，和第二天线馈源也耦合到四股螺旋天线用于以相同相位激励辐射单元。当由第一天线馈源激励时四股螺旋天线工作在螺旋辐射模式中，而当由第二天线馈源激励时工作在单振子辐射模式。该天线系统可以进一步包括四个电抗，该电抗将每个辐射单元的起点连接到公共节点上以便当通过第一天线馈源对四股螺旋天线提供信号时在该节点上的电位为零。

本发明的另一个方面，提供了当该天线工作在螺旋辐射模式时用于将四股螺旋天线的阻抗与第一天线馈源阻抗相匹配的装置。这种匹配装置可以由耦合到四股螺旋天线每个辐射单元上的电抗网络实现。在一个特定实施例中，这些匹配装置包括与每个辐射单元串联耦合的一个电感和与每个辐射单元并联耦合的一个电容。同样地，该天线系统也可以包括当天线工作在单振子辐射模式时将四股螺旋天线的阻抗与第二天线馈源的阻抗相匹配的装置。在本发明的一个实施例中，这种装置包括并联耦合到第二天线馈源的第一电容和串联耦合到第二天线馈源的第二电容。

按照本发明的四股螺旋天线系统可以进一步包括一个微电子线路基片，其上实现四股螺旋天线，第一天线馈源和第二天线馈源。另外，这些天线系统可以用具有发射机、接收机和用户接口的无线电话组合来实现。

在本发明的另一个实施例中，提供了通过在螺旋辐射模式下激励四股螺旋天线和在单振子辐射模式下激励四股螺旋天线使用四股螺旋天线发射电信号的方法。这可以通过将第一天线馈源耦合到四股螺旋天线用于以正交相位激励辐射单元和通过将第二天线馈源耦合到该天线用于以相同相位激励辐射单元来完成。另外，这些方法可以进一步包括当工作在螺旋辐射模式时将四股螺旋天线的阻抗与第一天线馈源的阻抗相匹配的步骤，和当工作在单振子辐射模式时将四股螺旋天线的阻抗与第二天线馈源的阻抗相匹配的方法。

因此，遵照本发明的教导，提供了用于无线电话的相对小型的双模式天线系统，适合于在地面和卫星蜂窝通信网络两者中使用。该双模式工作能力是通过提供适合于在螺旋辐射模式和在单振子辐射模式两者中激励四股螺旋天线的馈源装置而实现的。

#### 附图简介

图 1 是双模式无线电话的方框图，包括按照本发明的一个天线系统；

图 2 是四股螺旋天线的透视图；

图 3 是表示用于螺旋辐射模式工作的天线馈源优选实施例的电路图；

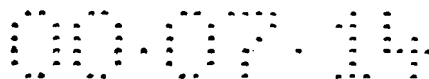
图 4 是按照本发明的四股螺旋天线的透视图，说明了天线馈源和阻抗匹配网络的优选实施例；

图 5 是按照本发明的四股螺旋天线另一个方式实施例的透视图；和

图 6 是按照本发明天线系统另一个方式实施例的透视图。

#### 本发明详细说明

现在参照表示本发明优选实施例的附图更完整地描述本发明。可是，本发明可以用许多不同形式实施，而限于在此阐述的实施例；相反，提供这些实施例以便公开更彻底和完整，和对本领域技术人员更全面地表达本发明的范围。另外，本领域技术人员应理解，本发明可以有利地应用于各种应用中，和因此本发明不受在此描述的应用示例的任何限制。相似数字表示相似元件。



在图 1 的方框图中图示了双模式无线电话 10 的实施例，包括按照本发明的一个天线系统 18。如图 1 所示，无线电话 10 一般包括一个发射机 12，一个接收机 14，一个用户接口 16，一个发射/接收（“T/R”）开关 17 和一个天线系统 18。如同对本领域技术人员公知的那样，发射机 12 将无线电话 10 发射的信息转变为适合于无线通信的电磁信号，和接收机 14 解调由无线电话 10 所接收的电磁信号以便将该信号中所包含的信息以用户可理解的形式提供给用户接口 16。对于本领域技术人员，适合于在手持无线电话中使用的大量各种发射机 12，接收机 14，用户接口 16（例如，话筒，小键盘，旋转拨号盘）和 T/R 开关 17 是公知的，和这种装置可以在无线电话 10 中实现。

在本发明的优选实施例中，无线电话 10 设计得工作在地面蜂窝通信网络和卫星通信网络两者中，前者工作在第一频带上，后者工作在可以与第一频带相同或不同于第一频带的第二频带上。如同本领域技术人员可以理解的，发射机 12 和接收机 14 可以设计得在第一和第二频带两者上发射和接收，或另一个方式，如图 1 所示，可以提供两个发射机 12、13 和两个接收机 14、15（与 T/R 开关 19 一起），而发射机-接收机 12、14 专用于卫星通信和第二发射机-接收机 13、15 专用于地面通信。

如图 1 所示, 天线系统 18 包括一个四股螺旋天线 20 和第一和第二  
20 天线馈源 30、50。另外, 天线系统 18 可以进一步包括第一和/或第二阻  
抗匹配电路 60、70, 该电路使四股螺旋天线 20 的阻抗 (其一般依据天  
线 20 如何馈电而改变) 与第一和第二天线馈源 30、50 的阻抗分别更好  
地匹配。在图 1 所示的实施例中, 天线馈源 30 在卫星通信发射机-接收  
机 12、14 与四股螺旋天线 20 之间耦合信号 (通过开关 17), 而天线馈  
源 50 在地面通信发射机-接收机 13、15 与四股螺旋天线 20 之间耦合信  
25 号 (通过开关 19)。

在本发明的优选实施例中，天线馈源 30 激励四股螺旋天线 20 以便其工作在螺旋辐射模式中。在该模式工作中，该天线可以作为传统四股螺旋天线激励，以便发射和接收圆极化信号，同时提供适合于卫星通信应用的空中方向图。另外，提供了第二天线馈源 50 用于激励天线 20 以便其工作在单振子辐射模式中。在该模式中，该天线被激励以便作为具有适合于地面蜂窝电话应用的圆环型方向图的线性极化单振子天线工作。另外，单振子辐射模式与螺旋辐射模式正交，因此在单振子辐射模

式中心工作的天线 20 不损害当工作在螺旋辐射模式时四股螺旋天线 20 的主要辐射特性。因此，遵照本发明的教导，提供了可以作为谐振四股螺旋天线或作为单振子天线激励的天线 20。

如图 1 所示，天线 20 是一个四股螺旋天线。螺旋天线是指一类相对小型的天线，其包括以螺纹方式缠绕的导电元件而形成螺旋体。这些天线非常适合于包括要求圆极化波形和空中准半球波束方向图的大量应用。四股螺旋天线是螺旋天线，包括四个正交布置的螺旋辐射单元，被正交相位激励（即，引入或来自单个辐射单元的能量在相邻辐射单元之间偏移 90 度）。

图 2 说明了按照本发明实现的四股螺旋天线 20 的实施例。如图 2 所示，天线 20 由四个辐射螺旋天线单元 22、24、26、28 组成。在优选实施例中，四股螺旋天线 20 的单元 22、24、26、28 物理上相互分隔 90 度，而且每个都以螺旋型沿同轴支撑管的长度缠绕，由此限定了一个固定直径 D 和轴向长度 H 的圆柱体。可是，本发明范围内另一个方式的实施例中包括具有辐射单元 22、24、26、28 的四股螺旋天线 20，从它们每个围绕轴线形成线圈或部分线圈的意义上是螺旋型，但是从一端到另一端直径改变因此限定了一个圆锥型包罗或其它旋转表面。另外，注意如同在此应用的，螺旋体往往并不意味着多匝。具体地，在此使用的“螺旋体”可以构成少于一整匝。

四股螺旋天线 20 的单元 22、24、26、28 一般以导电材料的线或带实现。如图 2 所示，在优选实施例中，每个单元 22、24、26、28 包括导电材料例如铜的连续带子，其通过蚀刻、沉积或其它常规方法印刷在柔性、平面微波电介质基片上，例如玻璃纤维，特伏龙，聚酰亚胺等上。该柔性电介质基片然后被卷成圆柱体形，因此将线形带子变成螺旋天线单元 22、24、26、28。可是，尽管形成上述四股螺旋天线的技术被优选用于某些应用，对于本领域技术人员来说四股螺旋天线 20 可以用各种不同方式实现是很明显的，甚至不需要圆柱体支撑结构。

四股螺旋天线 20 可以另外包括一个天线罩。在优选实施例中，该天线罩是带有端帽的塑料管。

由四股螺旋天线 20 提供的方向图主要随螺旋体直径（D）、倾角（随螺旋体单位轴向长度的匝数改变）和单元长度改变。在本发明的优选实施例中，螺旋天线单元 22、24、26、28 每个在电长度上近似  $\lambda/4$ ， $\lambda/2$ ，

3 $\lambda$ /4 或 $\lambda$  (或任何其它提供谐振工作的长度), 其中 $\lambda$ 是网络的卫星通信方面工作的相应频带中心频率的波长。以此方式设计, 当在相应卫星通信系统网络的频率上连接到四股螺旋天线馈源 30 时, 四股螺旋天线 20 谐振工作。另外, 如同本领域技术人员所理解的, 该天线的实际物理长度不必是四分之一波长的倍数, 而相反可以由天线罩或其它改变传播速度的效应略微缩短, 以便单元长度实际上短于自由空间中的长度。在较小尺寸是重要目标的地方这种效应是有利的, 和因此应当理解本发明的四股螺旋天线系统也可以利用物理长度并非四分之一波长的倍数的天线单元谐振或近似谐振地工作。

另外, 具有实际或电 (在应用天线罩效应的地方) 长度为 $\lambda$ /4,  $\lambda$ /2, 3 $\lambda$ /4 或 $\lambda$ 的四股螺旋天线公知谐振工作, 这种谐振或近似谐振工作也可以利用其它长度的单元获得。谐振工作意味着等效电抗为零而等效导抗是实数。谐振工作是理想的, 因为在谐振状态可以进行最大功率传输而不需要任何电抗匹配。可是, 如同本领域技术人员所理解的, 通过使用另外的匹配装置, 有可能设计具有单元长度不等于四分之一波长倍数的而工作在谐振或近似谐振的四股螺旋天线, 由此提供源与负载之间的良好功率传输。因此, 应当承认本发明不限于具有物理或电长度为四分之一波长倍数的四股螺旋天线, 而相反包括了具有任何长度的四股螺旋天线, 该长度与任何匹配结构结合提供近似谐振的工作。

如图 2 所示, 构成四股螺旋天线 20 的四个单独的天线单元 22、24、26、28 的每个具有一个初始端 (其邻近“馈源点” 22a, 24a, 26a, 28a) 和一个末端。如同本领域技术人员可以理解的, 天线单元 22、26 和 24、28 的末端可以连接起来形成两个双股环路 22、26 和 24、28 组成的闭环四股螺旋天线, 另一个方式, 天线单元 22、24、26、28 的末端可以保留开路以形成一个开环四股螺旋天线。在本发明的优选实施例中, 如果天线单元 22、24、26、28 的电长度是 $\lambda$ /2 或 $\lambda$ 就使用闭环四股螺旋天线 20, 而开环设计用于具有电长度 $\lambda$ /4 或 3 $\lambda$ /4 辐射单元 22、24、26、28 的天线 20, 因为这样的设计有助于将四股螺旋天线的阻抗与天线馈源 30、50 的阻抗匹配。

如同公知的, 四股螺旋天线可以工作在几种模式中, 包括轴向模式, 正常模式或两个模式按比例的组合, 每个模式提供了不同类型的方向图。本领域技术人员将理解, 根据本发明的公开, 在此描述的本发明不



辐射模式时主要取决于通信系统对方向图的要求，甚至在某些应用中可以接受更大的幅度和相位改变。可是，在本发明的优选实施例中，入射到每个辐射单元 22、24、26、28 上的信号具有差别小于 2% 的幅度和具有 87 度和 93 度之间的相位偏移。

5 在图 3 中，同轴传输线 32、36、38 被图示为同轴电缆。可是，如同本领域技术人员所理解的，同轴传输线 32、36、38 可以是任何常规形式的传输线。在本发明的优选实施例中，这些传输线是用微带传输线实现的。

如同本领域技术人员也可以理解的，90 度混合耦合器 40 可以以各种不同方式实现。在本发明的优选实施例中，90 度混合耦合器 40 是用集成元件的 90 度混合分路器/组合器实现的，其安装在带线或微带电子线路基片上。因为它们小型所以选择这种集成元件装置。

10 如图 3 所示，传输线 36、38 分别耦合到平衡非平衡转换器 37、39 上。这些平衡非平衡转换器将 90 度混合耦合器 40 的输出 46、48 再次分路产生总共四个输出，所有这些输出都是相位正交的。这些平衡非平衡转换器 37、39 可以用任何为此目的所经常使用的大量电路实现，包括那些列入 Richard C. Johnson 所著的“天线工程手册 第三版，1993”的。

15 如上所述，按照本发明的教导，通过使用第二或“单振子”天线馈源网络 50，也可以激励四股螺旋天线 20 工作在单振子辐射模式。图 4 中表示了馈源网络优选实施例的细节。如图 4 所示，天线馈源网络 50 可以简单地包括一个同轴或微带传输线 52，该传输线在公共节点 29 处耦合到四股螺旋天线 20。以此方式，当来自传输线 52 的信号在公共节点 29 上激励天线 20 时，等幅、同相电压被施加到每个辐射单元 22、24、26、28，而且天线 20 作为单一的大型单振子导体工作。

20 如同本领域技术人员依据本发明的公开所理解的，当工作在螺旋或单振子辐射模式时，四股螺旋天线 20 可以有效工作的带宽可能受功率传输因素的限制。特别地，在工作中，必须在发射机-接收机对 12、14 和 13、15 与四股螺旋天线 20 之间传输电信号。可是，由于在源和负载之间的不完全匹配所产生的反射，这种功率传输一般不是无损耗的。如果所反射的功率足够大，其由电压驻波比 (VSWR) 表示，可能阻碍通信系统满足其链路余量。



如图 3 所示, 发射机-接收机对 12、14 和 13、15 与天线馈源网络 30 和 50 之间的电连接一般包括一个同轴电缆或微带传输线。因为这种传输线一般呈现近似 50 欧姆的阻抗, 最好在天线 20 的初始端处所观察的阻抗也是 50 欧姆数量级, 以便天线 20 与发射机-接收机对 12、14 和 13、15 之间的功率传输最大。这种匹配一般可以通过将天线 20 初始端处观察的阻抗转换为近似 50 欧姆的阻抗匹配网络来完成。

如图 1 所示, 在本发明的优选实施例中, 提供了阻抗匹配装置 60、70 用于将四股螺旋天线 20 的阻抗与一个或两个天线馈源 30、50 的阻抗匹配。如同本领域技术人员所理解的, 天线 20 在初始端处所观察的阻抗根据天线激励的模式 (螺旋或单振子) 改变。另外, 尽管优选了源与负载之间阻抗的准确匹配, 这种准确匹配在许多场合是不需要的, 因为系统链路余量一般不要求在天线 20 与天线馈源 30、50 之间接近无损耗的传输。这样, 阻抗匹配网络 60、70 只需要提供足够的阻抗匹配, 以便满足与特定通信系统有关的带宽和功率传输要求。

在图 4 中说明了阻抗匹配电路 60 的优选实施例。如图 4 所示, 阻抗匹配电路 60 可以提供四股螺旋天线 20 的阻抗与天线馈源 30 (在图 4 中未示出) 的阻抗的匹配。在该实施例中, 天线 20 的阻抗通过加入一个与每个辐射单元串联的电感性电抗和通过加入一个与每个馈源点 22a、24a、26a、28a 并联的电容性电纳 62、64、66、68 由其本征值被转换为近似 50 欧姆。注意, 如上所述, 串联电感 61、63、65、67 可以用集成元件装置实现。可是, 在优选实施例中, 串联电感 61、63、65、67 在包括导线 21、23、25、27 的传输线中或通过稍微延长辐射单元 22、24、26、28 的长度实现的。注意, 在该实施例中, 有可能只利用并联电容 62、64、66、68 将天线 20 与四股螺旋天线馈源电路 30 匹配。

如上所述, 电纳 62、64、66、68 可以在馈源点 22a、24a、26a、28a 处通过将每个电纳连接到其对应的短导线 21、23、25、27 与其传输线基准电压 (接地) 之间并联实现。如图 4 所示, 提供这些并联电纳的新的方法是用在螺旋体中心轴上的对应馈源点 22a、24a、26a、28a 与公共节点 29 之间的集成元件装置实现的。该实施是可行的, 因为当由天线馈源网络 30 以螺旋辐射模式向天线 20 馈电时, 在导线 21、23、25、27 上出现等幅并相反的电压, 因此在公共节点 29 处的电位和为零, 而该公共节点是在单振子辐射模式中用于激励天线 20 的馈源点。因此,

在该实施例中，单振子馈源网络 50 与四股螺旋天线馈源网络 30 正交，和因此来自天线馈源 30 的入射信号一般不耦合到单振子天线馈源 50 中。

另外，当以单振子馈源 50 激励天线 20 时在天线馈源 30 与 50 之间的正交关系是同样有用的。特别是，当由单振子馈源 50 在公共节点 29 上施加电压时，该信号不耦合到四股螺旋天线馈源 30 中，而相反激励作为单一大型单振子导体的天线 20。如图 4 所示，当以此方式馈电时，并联电纳 62、64、66、68 相互并联并起作用将单一大型导体串联连接到单振子馈源点（公共节点 29）。这样天线 20 作为具有在馈源点处串联电抗的单振子天线辐射。

在许多场合，天线 20 与单振子馈源网络 50 之间的阻抗匹配也不是最佳的。当激励辐射在螺旋辐射模式时尤其如此，因为通常选择辐射单元 22、24、26、28 的长度和电抗元件 61、63、65、67 以及电纳元件 62、64、66、68 的值是天线 20 的工作最佳。因此，也可以提供第二阻抗匹配电路 70 用于匹配天线 20 的阻抗与单振子馈源 50。如图 4 所示，在优选实施例中，阻抗匹配网络 70 可以用串联耦合到传输线 52 内导体第一电容 72 和并联耦合到传输线 52 外导体的第二电容 74 实现。

尽管可以使用阻抗匹配电路 60 和 70 有利地分别匹配天线 20 的阻抗与天线馈源 30 和 50 的阻抗，由此有助于在天线与发射机和接收机之间的功率传输最大，这些阻抗匹配网络也可以用于增加该天线在两个工作频带上的带宽。因此，遵照本发明的教导，将选择匹配电路 60、70 电抗成分的实际值来优化在天线 20 所工作的全部频率范围上的功率传输特性。另外，尽管在各种应用中优选了图 4 所示的阻抗匹配网络 60、70，本领域技术人员将理解，大量各种阻抗匹配网络 60、70 可用于改善天线系统 18 的宽带性能，和因此本发明不限于图 4 所示的匹配网络 60、70。

如上所述，天线 20 可以在第一频带内工作在单振子辐射模式，和在第二频带内工作在螺旋辐射模式。另外，由于本发明的天线系统 18 设计得具有用于单振子和螺旋辐射模式的不同馈源点，两个模式天然相互正交，不需要双工器或其它用于分离信号的装置。因此，按照本发明的教导，天线系统 18 可以在相同频带上工作在螺旋和单振子两个辐射模式中，以便与分开的频带相比，上述“第一”和“第二”是相同的。

如上所述, 在本发明的实施例中, 并联电纳 62、64、66、68 用例如集成元件或传输线元件的非辐射结构实现。可是, 在本发明的另一个方式的实施例中, 这些并联电纳 62、64、66、68 可以用辐射结构实现。在图 5 中表示了这样的—个实施例。如图 5 所示, 并联电纳 62、64、66、68 用四个螺旋辐射单元 82、84、86、88 实现, 它们在各自初始端由跨接元件 81、83 短路。入射到四股螺旋天线 20 的能量在辐射单元 22、24、26、28 与至少最近的辐射单元 82、84、86、88 之间耦合, 形成与四股螺旋天线馈源电路 30 并联的等效谐振电路。另外, 当天线 20 用螺旋辐射模式馈电时公共节点 29 重新成为零电位, 因此图 4 所示的单振子馈源电路 50 可以用于以单振子辐射模式驱动图 5 所示的天线。在图 5 所示的改型优选实施例中, 天线单元 22、24、26、28 比单元 82、84、86、88 稍微长些。

在图 6 中表示了本发明的另一个实施例, 在该实施例中, 包括天线馈源 30 的电路包含了一个导电表面, 在此表示为小盒子 90, 其为天线馈源 30 提供基准电压 (接地基准)。仍如图 6 所示, 同轴单振子馈源 52 可以直接连接到导电盒子 90。在此装置中, 单振子馈源 50 通过导电盒子 90 连接到辐射单元 22、24、26、28。这样在该实施例中, 辐射单元 22、24、26、28 与螺旋体馈源 30 的接地基准之间的阻抗被作为串联元件合并到单振子馈源 50 中 (而非前面描述的实施例中的并联元件)。

图 6 所公开的馈源装置可优选用于某些应用, 那里由于四股螺旋馈源 30 中元件 (特别是平衡非平衡转换器 37、39) 的单振子馈源 50 的电抗负载使天线 20 与单振子馈源 50 的匹配更困难。特别是, 通过将四股螺旋馈源 30 作为串联元件合并, 该阻抗的在单振子馈源 50 上的影响大大减小。

例如, 当用单振子辐射模式馈电时, 实际阻抗一般相当大, 例如在  $50-j120$  欧姆数量级。在图 6 所示的实施例中, 该阻抗可以通过将  $0.015$  欧姆的电感性电纳与此阻抗并联连接和将  $120$  欧姆的电容性电抗串联来匹配。在  $900\text{MHz}$ , 电感性电纳可以用  $12\text{nH}$  电感 92 实现, 而电容性电抗可以用  $1.4\text{pF}$  电容 94 实现。

另外, 本领域技术人员理解, 各种其它匹配网络是有效的, 上面讨论的特定匹配策略在某些应用中有利, 因为电感性电纳可以在同轴四股螺旋天线馈源 32 内形成。如图 6 所示, 这可以通过将传输线 52 的外导

体与传输线 32 的外导体连接实现。该实施可以在单振子模式工作中提供多达两倍的可使用带宽。

在本发明的优选实施例中，天线馈源网络 30、50 和任何阻抗匹配网络 60、70 都是用传输线或带线或微带印刷电路板上的表面焊接元件实现的。在印刷电路板一面上，提供四个触点通过匹配电路 60、70 将四股螺旋天线 20 的辐射单元 22、24、26、28 耦合到馈源电路 30、50。在印刷电路板的另一面上，提供从发射机-接收机对 12、14 和 13、15 到同轴传输线 32、52 的连接。该电路可以有利地设计得完全安放在容纳四股螺旋天线 20 的圆柱体结构中，由此使容纳天线系统 18 所需要的体积最小。在另一个方式的实施例中，该元件可以在实现天线单元 22、24、26、28 的相同平面柔性基片上实现。

在本发明的另一个方面，公开了使用四股螺旋天线 20 发射信号的方法。根据本发明的此方面，天线 20 可以在螺旋辐射模式或在单振子辐射模式激励。特别是，提供了用正交相位工作激励四股螺旋天线 20 的辐射单元 22、24、26、28 的第一“四股螺旋”天线，同时提供了同相工作激励辐射单元 22、24、26、28 的第二“单振子”天线。以此方式，通过选择哪个馈源激励使天线 20 可以工作在螺旋辐射模式（特别是，作为谐振四股螺旋天线）或单振子辐射模式两者中。

在本发明方法的优选实施例中，单振子馈源 50 连接到工作在第一频带上的发射机-接收机对 13、15，和四股螺旋天线馈源 30 连接到工作在第二频带的发射机-接收机对上。这些频带可以宽隔离。另外，四股螺旋天线 20 的阻抗可以与天线馈源 30、50 之一或两者的阻抗匹配。如上所述，这可以通过各种不同的阻抗匹配网络 60、70 实现。

#### 示例 1

按照本发明教导构成的天线系统 18 用于工作在 824MHz 到 894MHz 的 AMPS 频带上的 1525MHz 到 1660MHz 的亚洲蜂窝卫星系统频带上。在本发明的实施例中，四股螺旋天线 20 设计成  $3\lambda/4$  波长的天线（在此  $\lambda$  是对应 1590MHz 的波长），其近似为 0.5 英寸的直径和 4.5 英寸的长度。两个窄带平衡非平衡转换器 37、39 包括在四股螺旋天线馈源电路 30 中。四股螺旋馈源（其具有近似 12 欧姆的阻抗）通过 22 欧姆电感性电抗 61、63、65、67 和通过 0.036 欧姆的电容性电纳 62、64、66、68 与四股螺旋天线 20 匹配，前者与每个天线单元 22、24、26、28 串联实现，后者

与每个天线单元 22、24、26、28 并联实现。在此示例中，串联电感是通过稍微延长每个辐射单元 22、24、26、28 的长度实现的，而并联电容是使用集成元件实现的。

5 还提供了第二阻抗匹配电路 70 用于将单振子天线馈源 50 的阻抗与天线 20 的阻抗匹配。该电路包括一个与单振子阻抗串联的 3.9pF 集成元件电容 72 和一个并联实现的 6.8pF 集成元件电容。此实施在 30MHz 范围上提供了 2:1 的 VSWR, 和在 50MHz 范围上提供了 3:1 或更好的 VSWR。另外，相信通过将平衡非平衡转换器设计得具有单振子工作波段上的更高电抗可以实现明显更大的带宽。

10 在本发明的优选实施例中，四股螺旋天线 20 和所有有关馈源和匹配电路都在薄的柔性微波基片材料上实现，该基片被蚀刻、电镀，和然后弯卷成圆柱体而形成天线 20。

15 在附图、说明书和示例中，已经公开了本发明典型优选实施例，尽管使用了这些特定术语，这些术语只是为文字和描述目的，而非用于限定目的，本发明的范围由下列权利要求书所阐述。因此，本领域技术人员不超出本发明范围而可以自己设想出双模式天线系统、无线电话和有关的工作方法的实施例而非在此实际描述的这些实施例。

说明书附图

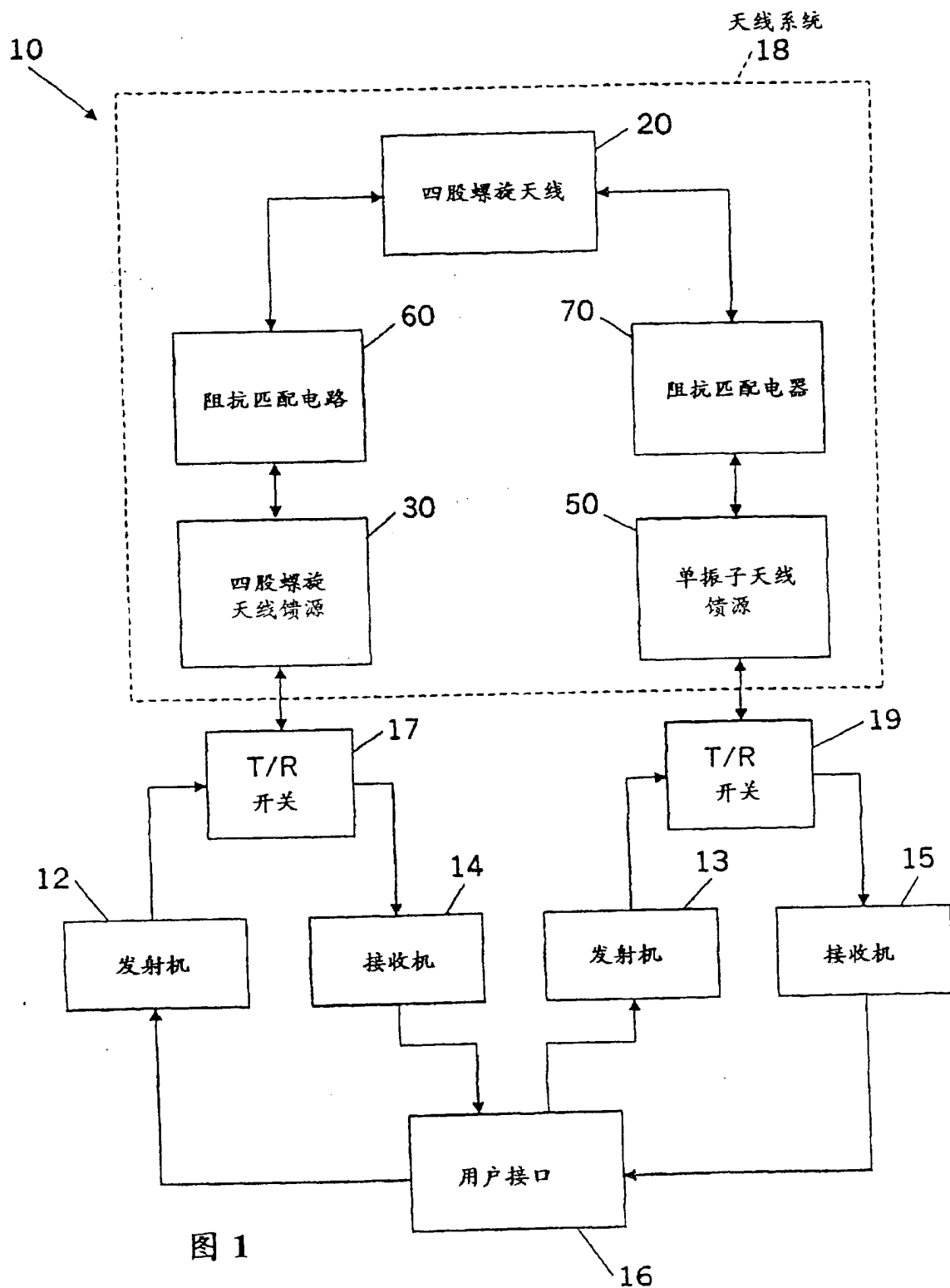


图 1

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**